المجلة الدولية للهندسة وتقنية المعلومات
journal homepage:www.ijeit.misuratau.edu.ly

تقييم الأثر البيئي للتلوّث الهوائي الناتج عن الصناعة

(حالة دراسية بمصنع الاختزال المباشر بالشركة الليبية للحديد والصلب – مصراتة ـ ليبيا)

جمال محمد بن ساسي
جامعة مصراتة، قسم الهندسة الصناعية، مصراتة، ليبيا
Jamal.bensasi@eng.misuratau.edu.ly

مهند علي المسلاتي
جامعة مصراتة، قسم الهندسة الصناعية، مصراتة، ليبيا
mohaned.ali@eng.misuratau.edu.ly

الملخص - **إن التطورات الصناعية والاقتصادية التي شهدها العالم اليوم وخاصة في ظل التقدم الصناعي، ألقت بآثارها الوخيمة على البيئة، والتي تعرضت إلى حالة من التدهور والتقلبات الناتجة عن غياب الوعي بأهمية المحافظة على البيئة. ومساهمة في هذا الميدان، قُدمت هذه الدراسة الحقلية بمصنع الاختزل المباشر بالشركة الليبية للحديد والصلب، وذلك بأخذ قياسات متعددة في أيام متتالية لإيجاد قيم تراكيز بعض العناصر والملوثات الهوائية بإستخدام أجهزة قياس خاصة ذات دقة مناسبة. من هنا كانت الحاجة ماسة إلى دراسة تأثير هذه الأنشطة الصناعية على البيئة.**

ويُعد هذ البحث إحدى المحاولات لتوضيح أهمية دراسة التلوث البيئي بشكل عام ودراسة التلوث الهوائي بشكل خاص للوحدات الإنتاجية الثلاث التابعة لمصنع الاختزال المباشر بالشركة الليبية للحديد والصلب بمدينة مصراتة.

خلُصت نتائج الحبث إلى وجود مواقع آمنة لتواجد العنصر البشري ضمن الحدود المسموح بها، وأخرى غير آمنة تقع خارج الحدود المسموح بها طبقاً للمواصفات القياسية الليبية، وذلك بالمواقع المحددة بالمصنع محل البحث والدراسة. وبمقارنة النتائج التي تم الحصول عليها باستخدام الأجهزة المذكورة آنفاً مع الحدود المسموح بها طبقاً للمواصفات القياسية الليبية تبين أن نتائج هذا العمل مناسبة ومقبولة، حيث أن جميع العناصر والمركبات التي تم قياسها تقع ضمن الحدود المسموح بها طبقاً للمواصفات القياسية الليبية، عدا غاز أول أكسيد الكربون.

1. مقدمة

يحظى موضوع التلوث الهوائي باهتمام متزايد في العقود الأخيرة مع تزايد النظرة العلمية لمعنى جودة ونقاء الهواء والذي له الاهتمام العالمي بصورة عامة والمحلي بصورة خاصة.

إن إبراز أهمية دراسة التلوث الهوائي بالمؤسسات والوحدات الإنتاجية باعتباره من العوامل الرئيسية التي تؤثر مباشرة على التكامل الصناعي بهذه المؤسسات والوحدات الإنتاجية، هو من الدوافع التي أدت إلى اختيار موضوع البحث.

فالعمل على تطوير تقنيات الوحدات الإنتاجية ومقارنتها بالدول المتحضرة يعد من أبرز التحديات التي تواجه الشركة الليبية للحديد والصلب وذلك في ظل العديد من المعوقات التي يعاني منها قطاع الإنتاج.

يتميز التلوث الهوائي عن غيره من أشكال التلوث في أنه سريع الانتشار حيث لا يقتصر تأثيره على منطقة المصدر وإنما يمتد إلى المناطق المحاورة والبعيدة، وبعكس أشكال التلوث الأخرى فإن التلوث الهوائي لا يمكن السيطرة عليه بعد خروجه من المصدر لذا يجب التحكم به ومعالجته قبل خروجه إلى الجو، كما أنه غالباً ما يكون غير ظاهر ولا يمكن رؤيته بالعين المجردة بالإضافة إلى أنه متعدد المصادر. كل هذه الصفات تجعل تلوث الهواء القضية البيئية الكبرى[1].

استلمت الورقة بالكامل في 20 يوليو 2022 وروجعت في 28 اغسطس 2022
وقبلت للنشر في 30 سبتمبر 2022

ونشرت ومتاحة على الشبكة العنكبوتية في 1 ديسمبر 2022.

2. الدراسات السابقة

تمثل الدراسات السابقة الإطار النظري والدليل المرجعي الذي يسترشد به أي باحث، ويمهد الطريق ويرسم له الخطوات التي توجه المسار لإتمام الدراسة بالشكل الصحيح. وحسب علم البحاث، فإن الدراسات السابقة التي تناولت هذا الموضوع محدودة، ولم يتمكن البحاث من إيجاد دراسة تفصيلية متكاملة إلا أن هناك دراسات قريبة لها. حيث قام كل من محمد طرينه - عادل عامر - سالم التريكي - إبراهيم المرابط بإعداد دراسة بعنوان مخاطر غاز كبريتيد الهيدروجين في المنشآت النفطية والبيئة المحيطة، مجلة البحوث الأكاديمية، (2021)، حيث تناولت الدراسة خصائص غاز كبريتيد الهيدروجين ومصادره وتأثيراته الصحية والبيئية، وتحديد مستوى تركيز الغاز في مواقع العمل بحقل آمال والغاني النفطيين التابعين لشركة الخروج للعمليات النفطية وهي إحدى الشركات العاملة في ليبيا.، وخلصت الدراسة إلى أن مستوى تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين بمعظم مواقع العمل والبيئة المحيطة لهذه المواقع التي أجريت عليها الدراسة تتجاوز الحدود المسموح بها دولياً وفقاً لمعايير منظمة الصحة العالمية ومعهد النفط الأمريكي[2].

كما قام نعيم سلمان بارود بإعداد دراسة بعنوان تلوث الهواء مصادره وأضراره، مجلة الأزهر، (2006)، حيث أوضحت الدراسة أهم الأضرار التي تلحقها الملوثات المختلفة بصحة الإنسان من خلال عرض كل عنصر من عناصر التلوث، وتحديد العضو الذي يستهدفه من جسم الإنسان، كما عرضت الدراسة معايير تلوث الهواء والحدود القصوى المسموح بها حسب مواصفات منظمة الصحة العالمية. وقد توصلت الدراسة إلى أن المصادر البشرية لتلوث الهواء أكثر خطورة على صحة الإنسان من المصادر الطبيعية، وأن هناك العديد من الأمراض التي لحقت بالإنسان جراء التلوث أهمها الأمراض الجلدية والعيون وأمراض الجهاز التنفسي [3].

3.التلوث الهوائي

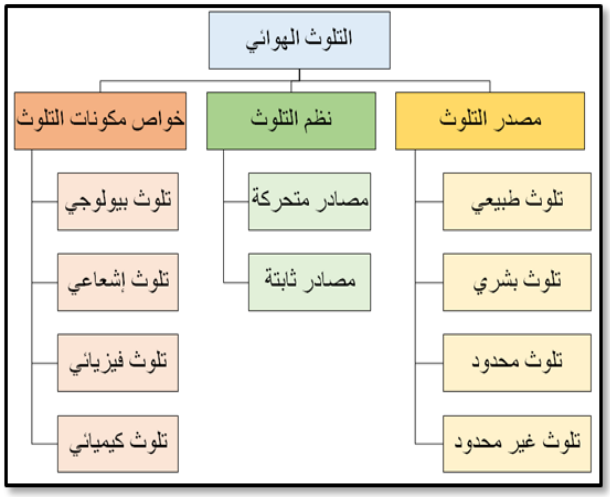
يعتبر تلوث الهواء من أقدم المشاكل البيئية التي عرفها الإنسان حيث أن مصادره الطبيعية متعددة، وقد بدأت مشاركة الإنسان في التلوث الهوائي بالظهور منذ أن بدأ الإنسان باستخدام النار في حياته اليومية للطهي والتدفئة. ومنذ ذلك الحين ما زالت هذه القضية في تفاقم مستمر وأصبحت تعد من أخطر القضايا البيئية على الإطلاق. يتميز التلوث الهوائي عن غيره من أشكال التلوث في أنه سريع الانتشار حيث لا يقتصر تأثيره على منطقة المصدر وإنما يمتد إلى المناطق المحاورة والبعيدة، وبعكس أشكال التلوث الأخرى فإن التلوث الهوائي لا يمكن السيطرة عليه بعد خروجه من المصدر لذا يجب التحكم به ومعالجته قبل خروجه إلى الجو، كما أنه غالباً ما يكون غير ظاهر ولا يمكن رؤيته بالعين المجردة بالإضافة إلى أنه متعدد المصادر. كل هذه الصفات تجعل تلوث الهواء القضية البيئية الكبرى [1].

يتكون الغلاف الجوي للكرة الأرضية من خليط من عدة غازات أهمها غاز الأكسجين، وغاز النيتروجين، وهما يكوّنان نحو 21% و78% من وزن الهواء على الترتيب، بالإضافة إلى بعض الغازات الأخرى التي توجد

بنسبة أقل مثل غاز ثاني أكسيد الكربون وبعض الغازات الخاملة الأخرى مثل الهيليوم والنيون وغيرها من الغازات التي توجد في الغلاف الجوي للأرض بنسب ضئيلة جداً [4].

4.مصادر التلوث الهوائي

تنقسم مصادر التلوث الهوائي إلى مصادر طبيعية ومصادر صناعية، وتسمى الملوثات التي تنبعث من المصدر إلى الجو بالملوثات الأولية، وتتعرض هذه الملوثات أحياناً لبعض التغيرات في الصفات والخواص الكيميائية نتيجة مرورها ببعض العمليات الكيميائية الطبيعية في الجو لتتحول إلى ملوثات ثانوية. فعلى سبيل المثال يعتبر غاز أول أكسيد الكربون الذي ينتج عن عمليات الاحتراق غير الكامل من الملوثات الأولية وهو غاز ضار وسام، ويبقى على حالته هذه في الجو لفترة زمنية محددة قبل أن يتحول إلى غاز ثاني أكسيد الكربون (ملوث ثانوي) الأقل ضرراً. والشكل (1) يوضح تصنيفات التلوث الهوائي[1].



شكل 1. تصنيفات التلوث الهوائي

5.الملوثات الهوائية

تشمل الملوثات الهوائية أكاسيد الكربون والنيتروجين والكبريت بالإضافة إلى كبريتيد الهيدروجين والجسيمات والهيدروكربونات وغازات الأوزون.

1. أكاسيد الكربون

وهي تشمل غازات أول وثاني أكسيد الكربون اللذان يعدان أكثر الغازات الكربونية تلويثاً للهواء.

أ. غاز أول أكسيد الكربون

يعتبر غاز أول أكسيد الكربون من الغازات عديمة اللون والطعم والرائحة ولا يتسبب في أي تهيج للأغشية المخاطية حيث إنه متعادل كيميائياً كما إنه أخف نسبياً من الهواء وهو غاز قابل للأكسدة حيث يتحول إلى ثاني أكسيد الكربون. ويعد من الغازات شديدة السمية حيث ينتج من الاحتراق غير التام للكربون والمركبات العضوية كالفحم وبعض الزيوت والشحوم من الآلات والمركبات. ويتولد غاز أول أكسيد الكربون من تفاعل غاز الميثان (الناتج من تحلل المواد العضوية) مع الأوزون.

ب. غاز ثاني أكسيد الكربون

هو عبارة عن غاز عديم اللون والرائحة، ذو طعم غير مقبول ويتراوح تركيزه في الهواء الجاف غير الملوث 300-330 جزء من المليون. وبسبب إطلاق كمية كبيرة من هذا الغاز في الهواء فقد وصل تركيزه إلى 346 جزء من المليون.

2. أكاسيد النيتروجين

أ. غاز ثاني أكسيد النيتروجين

هو غاز بني مصفر نتيجة امتصاصه للون الأخضر المزرق في وجود أشعة الشمس، كما أنه يتفاعل مع الماء مكوناً حمض النيتريك، وحمض النيتروز اللذان يشكلان مصدر التلوث بالأمطار الحامضية. ففي البداية يحدث تفاعل كيميائي ضوئي حيث يمتص غاز ثاني أكسيد النيتروجين الأشعة فوق البنفسجية من الشمس ليتكون أول أكسيد النيتروجين والأكسجين الذري.

3. أكاسيد الكبريت

توجد أكاسيد الكبريت في الهواء على هيئة ثاني أكسيد الكبريت وثالث أكسيد الكبريت وهما غازين عديمي اللون، يُعد غاز ثاني أكسيد الكبريت من أخطر ملوثات الهواء، وهو غاز عديم اللون وغير قابل للاشتعال، وعندما تكون نسبة الرطوبة في الهواء مرتفعة فإن ثاني أكسيد الكربون يتحول عن طريق التفاعلات إلى ثالث أكسيد الكبريت الذي بدوره يتحد مع قطرات الماء مكوناً حمض الكبريتيك وينتج عن ذلك مع يعرف باسم الضباب الدخاني.

أ. غاز ثاني أكسيد الكبريت

يدخل غاز ثاني أكسيد الكبريت إلى جسم الإنسان عن طريق الجهاز التنفسي. ويتم التخلص منه عن طريق البول على هيئة كبريتات، ويظهر أثر غاز ثاني أكسيد الكبريت على الإنسان على بشكل تخريش شديد للأغشية المخاطية في الجهاز التنفسي، مما يسبب السعال الجاف، والألم الصدري، والتهاب القصبة الهوائية وضيق في التنفس. أما إذا تعرض الإنسان لتركيز عالٍ منه فإنه يصاب بتشنجات فجائية واختناق. أما التعرض لمدد طويلة لو لتركيز بسيط من غاز ثاني أكسيد الكبريت تسبب ظهور أعراض تدني حاسة التذوق وحاسة الشم، والتهاب القصبات المزمن، والتصلب الرئوي.

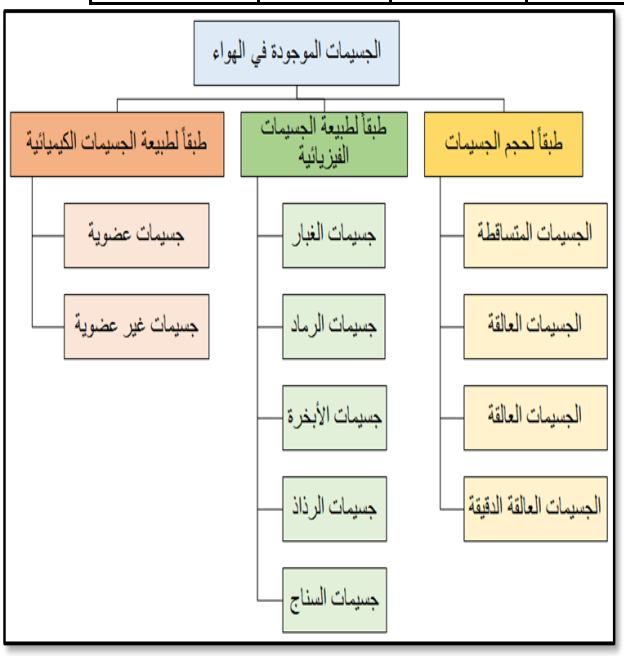
ب. غاز كبريتيد الهيدروجين

هو غاز ليس له لون ذو رائحة كريهة وقوية تشبه رائحة البيض الفاسد، يوجد بصورة طبيعية في البيئة، وقد يتكون وينبعث حيثما تكون النفايات التي تحتوي على الكبريت وقد تفتت بفعل البكتيريا. فشبكات المجاري وخزانات التحليل ونفايات ومخلفات المواشي ومصاريف المياه الآسنة الخاصة بالإنسان والشاحنات التي تنقل النفايات والمخلفات الكيميائية قد ينبعث منها غاز كبريتيد الهيدروجين وكذلك من الممكن أن يوجد هذا الغاز في المياه الجوفية خصوصاً في الآبار قرب حقول النفط أو الآبار التي تتخلل الصخور الرملية.

4. الجسيمات

تُعرف الجسيمات بأنها ما يحمله الهواء من دقائق صلبة أو سائلة تنطلق إليه من مصادر عديدة بأحجام وأشكال وألوان مختلفة وبتركيب كيميائي مختلف. وتنتج الجسيمات من مصادر طبيعية أو من أنشطة الإنسان المختلفة. كما ويلعب التركيب الكيميائي للجسيمات الملوثة للهواء دوراً كبيراً في الآثار الناجمة عن تغير الحلقات البيئية، يتراوح حجم الجسيمات الملوثة للهواء ما بين 0.0001-500 مايكرومتر ويمكن لهذه الجسميات أن تبقى عالقة في الهواء لمدة زمنية تتراوح بين ثوانٍ إلى عدة سنوات [5]. والشكل (2) يبين تصنيفات الجسيمات الملوثة للهواء.

العنصر الملوث	مستوى الإنذار الأول (PPM)	مستوى الإنذار الثاني (PPM)	مستوى الإنذار الثالث (PPM)
CO_2	100	200	300
NO_x	3	5	10
SO_x	3	5	10
O_3	0.5	1	1.5



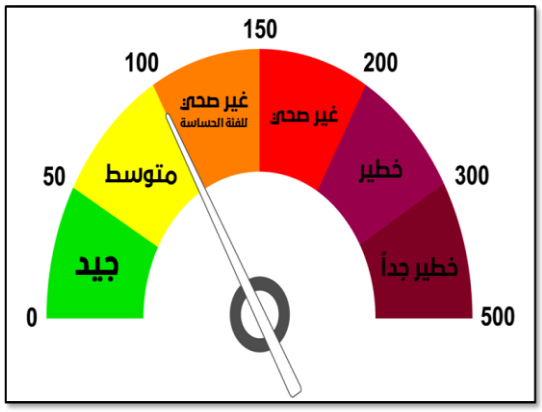
شكل 2. تصنيفات الجسيمات الملوثة للهواء

6. مؤشر جودة الهواء

يعتبر مؤشر جودة الهواء أداةً تستخدمها وكالة حماية البيئة الأمريكية لإعطاء معلومات سريعة حاضرة وسهلة عن جودة الهواء المحلي ما إذا تخطى مستوى تلوث الهواء المعايير الصحية.

فمؤشر جودة الهواء يخبرنا كم هو الهواء نظيف سواء كان ذلك هاماً أو لا بالنسبة للصحة. ويركز مؤشر جودة الهواء على التأثيرات الصحية التي تحدث عن تنفس هواء ملوث لمدة ساعات أو أيام.

طوّرت وكالة حماية البيئة الأمريكية مؤشراً لقياس جودة الهواء يتدرّج من صفر إلى 500، حيث يعتبر الهواء جيداً إذا كان المؤشر دون الـ 50 (أخضر)، وغير صحي فوق الـ 200 (أرجواني)، عندما يعاني الناس العاديون من الضيق والحساسون من مضاعفات جسيمة يصبح المؤشر خطراً جداً أي فوق الـ 300 (أحمر داكن) والشكل (3) يوضح مستويات هذا المؤشر[1] .



شكل 3. مستويات مؤشر قياس جودة الهواء

ويوضح (جدول1) مستويات بعض الملوثات الهوائية الرئيسية عند حالات الإنذار المبكر في اميركا[6] .

جدول 1. مستويات الإنذار المبكر لبعض الملوثات الهوائية في أميركا

7. الطريقة المتبعة لقياس الغازات والغبار بالشركة

يتم قياس نسبة الغازات والغبار في الوحدات الإنتاجية عن طريق أخذ القراءات في مواقع محددة، بشكل دوري مرة أو مرتين في السنة أو عند الضرورة، ويعيب هذه الطريقة أنها لا تحدد المساحات التي تصل إليها الملوثات الصناعية.

ويمثل الشكل (4) مواقع الوحدات الإنتاجية الثلاث بمصنع الاختزال المباشر.

شكل 4. مواقع الوحدات الإنتاجية بمصنع الاختزال المباشر

ويوضح (جدول 2) المواقع والعناصر والمركبات عند أخذ القياسات.

جدول 2. المواقع والعناصر والمركبات عند أخذ القياسات

ت.م	الموقـــــــع	الغبار	CO	O_2	H_2S	CH_4
1	حجرة مراوح الهواء					
2	حجرة استقبال وتوزيع الغاز الطبيعي					
3	منطقة العمليات					
4	أعلى مصلح الغاز					
5	أعلى الفرن					

6	مكسرات العناقيد العلوية					
	مكسرات العناقيد الوسطى					

8. طريقة القياس المتبعة في البحث

تم أخذ القراءات في مناطق العمليات بالوحدات الانتاجية الثلاث باستخدام جهاز قياس الغازات وجهاز قياس الغبار بإشراف مهندسي إدارة الوقاية الصناعية وبمسافات محددة وهي كالتالي:
عند مركز الانبعاثات أي عند المصدر والمسافة صفر متر.
على بعد 10 متر من مصدر الانبعاثات.
على بعد 20 متر من مصدر الانبعاثات.
على بعد 30 متر من مصدر الانبعاثات.
على بعد 40 متر من مصدر الانبعاثات.
على بعد 50 متر من مصدر الانبعاثات.

حيث تم تسجيل القياسات خلال أربعة أيام متتالية، وذلك من أجل تحديد مستويات التلوث في هذه المناطق ومقارنتها مع المستويات المقبولة والمعايير المستخدمة بالشركة الليبية للحديد والصلب. بعد تجميع القراءات وباستخدام طريقة المتوسط الحسابي كما في العلاقة التالية:

$$\text{متوسط تركيز العنصر الملوث} = \frac{\text{مجموع أربع قراءات}}{4}$$

9.الأجهزة المستخدمة

تم إستخدام جهاز خاص بقياس تراكيز 4 غازات، وجهاز آخر خاص بقياس الغبار فقط.

أ- جهاز قياس الغازات GX-2009

جهاز محمول باليد يعمل بالبطاريات القابلة للشحن قادر على مراقبة ما يصل إلى 4 غازات في وقت واحد وهي الأكسجين وأول أكسيد الكربون والميثان وكبريتيد الهيدروجين. والشكل (5) يوضح ذلك*[7]* .

شكل 5. جهاز قياس الغازات GX-2009

ب- جهاز قياس الغبار Casella cel-712

جهاز محمول باليد يعمل بالبطاريات القابلة للشحن، وهو مخصص فقط لقياس مستوى الغبار بالمحيط، لذلك فهو حساس جداً للغبار والشكل (6) يوضح هذا الجهاز [8].

شكل 6. جهاز قياس الغبار Casella cel-712

10.المواصفات القياسية الليبية

يتم العمل بالمواصفات القياسية الليبية داخل إدارة الوقاية الصناعية بالشركة الليبية للحديد والصلب، ويمثل (جدول3) المواصفات القياسية الليبية لتراكيز العناصر والمركبات.

جدول 3. المواصفات القياسية الليبية لتراكيز العناصر والمركبات

المتغير	الرمز	الحد المسموح به
أول أكسيد الكربون	*CO*	50 PPM
الغبار	-	5 mgm/m^3
كبريتيد الهيدروجين	H_2S	20 PPM
الميثان	CH_4	%5

11. مناقشة النتائج

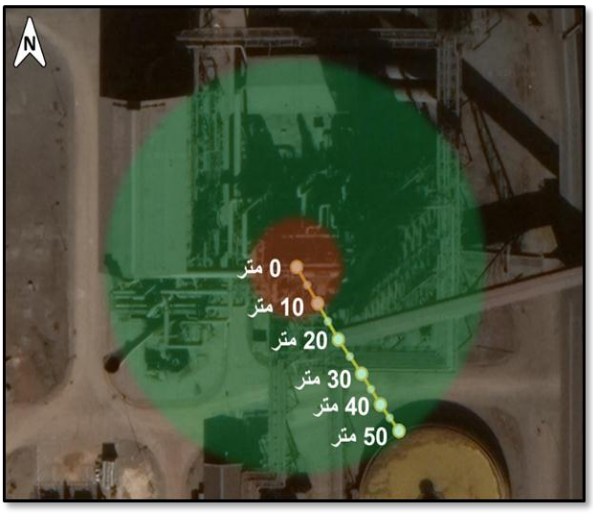
تم مناقشة النتائج للوحدات الإنتاجية الثلاث كالآتي:

1. تركيز غاز أول أكسيد الكربون بالوحدة الأولى

متوسط قراءات غاز أول أكسيد الكربون بمنطقة العمليات بالوحدة الأولى لمدة أربعة أيام متتالية كما يوضحه (جدول 4) حيث أن (PPM) تعني جزء من المليون لتركيز غاز أول أكسيد الكربون.

جدول (4) متوسط القراءات لمدة أربعة أيام لغاز أول أكسيد الكربون بمنطقة العمليات بالوحدة الأولى

وبما أن تراكيز غاز أول أكسيد الكربون في النقاط (0 متر، 10 متر) تقع أعلى الحد المسموح به، لذلك فإن منطقة العمليات المحددة من المركز وحتى قطر 10متر منطقة خطرة وغير مسموح تواجد العاملين بها، وما بعدها فهي منطقة آمنة، والشكل (7) يوضح ذلك.



شكل 7. صورة جوية باستخدام برنامج خرائط الجوقل لتوضيح مدى تركيز غاز أول أكسيد الكربون بمنطقة العمليات بالوحدة الأولى

2. تركيز غاز أول أكسيد الكربون بالوحدة الانتاجية الثانية

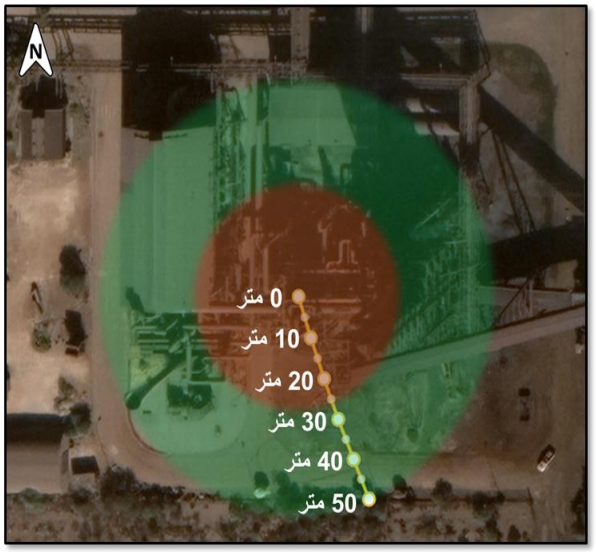
متوسط قراءات غاز أول أكسيد الكربون بمنطقة العمليات بالوحدة الثانية لمدة أربعة أيام كما يمثله (جدول5).

نلاحظ أن تراكيز غاز أول أكسيد الكربون في النقاط (0 متر، 10 متر، 25 متر تقريباً) تقع أعلى الحد المسموح به، لذلك يمكن أن نعتبر منطقة العمليات المحددة من المركز وحتى قطر 25 متر تقريباً تعتبر منطقة خطرة وغير مسموح تواجد العاملين بها، وما بعدها فهي منطقة آمنة، والشكل (8) يمثل ذلك.

جدول (5) متوسط القراءات لمدة أربعة أيام لغاز أول أكسيد الكربون بمنطقة العمليات بالوحدة الثانية

المسافة (متر)	تركيز غاز أول أكسيد الكربون (PPM)				متوسط القراءات	الحد المسموح به
	القراءات					
	اليوم الأول	اليوم الثاني	اليوم الثالث	اليوم الرابع		
0	65	66	67	58	64	50 PPM
10	42	45	37	36	40	
20	25	22	27.5	17.5	23	
30	22	20	25	17	21	
40	7	8	2	3	5	
50	0	0	0	0	0	

المسافة (متر)	تركيز غاز أول أكسيد الكربون (PPM)				متوسط القراءات	الحد المسموح به
	القراءات					
	اليوم الأول	اليوم الثاني	اليوم الثالث	اليوم الأول		
0	90	79	77	74	80	50 PPM
10	55	63	44	62	56	
20	51	60	42	59	53	
30	18	26	25	19	22	
40	13	22	19	14	17	
50	0	11	7	2	5	



شكل 8. صورة جوية باستخدام برنامج خرائط الجوقل لتوضيح مدى تركيز غاز أول أكسيد الكربون بمنطقة العمليات بالوحدة الثانية

3. تركيز غاز أول أكسيد الكربون بالوحدة الإنتاجية الثالثة

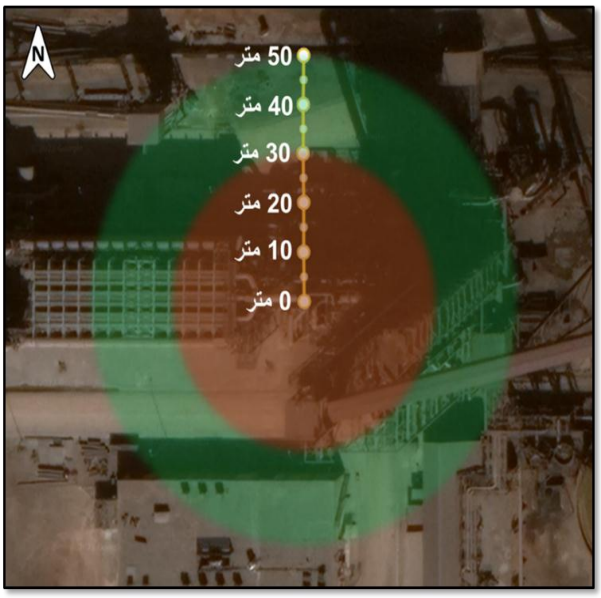
متوسط قراءات غاز أول أكسيد الكربون بمنطقة العمليات بالوحدة الثالثة لمدة أربعة أيام كما يوضحه (جدول 6).

جدول (6) متوسط القراءات لمدة أربعة أيام لغاز أول أكسيد الكربون في منطقة العمليات بالوحدة الثالثة

المسافة (متر)	تركيز غاز أول أكسيد الكربون (PPM)				متوسط القراءات	الحد المسموح به
	القراءات					
	اليوم الأول	اليوم الثاني	اليوم الثالث	اليوم الأول		
0	120	115	110	119	116	50 PPM
10	89	95	86	54	81	
20	65	62	74	51	63	
30	32	30	38	40	35	

	26	33	21	24	25	40
	13	18	9	15	10	50

وبما أن تراكيز غاز أول أكسيد الكربون في النقاط (0 متر، 10 متر، 20 متر، 30 متر تقريباً) تقع أعلى الحد المسموح به، لذلك يمكن إعتبار منطقة العمليات المحددة من المركز وحتى قطر 30 متر منطقة خطرة وغير مسموح بتواجد العاملين بها، وما بعدها فهي منطقة آمنة، وهذا يمثله الشكل (9).

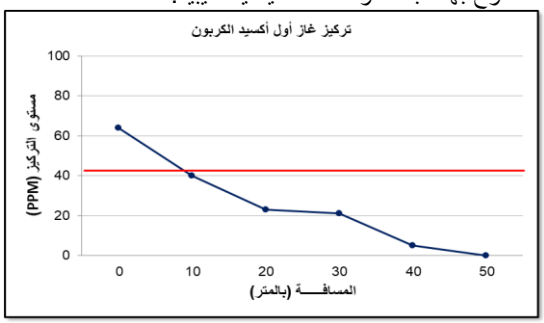


شكل 9. صورة جوية باستخدام برنامج خرائط الجوقل لتوضيح مدى تركيز غاز أول أكسيد الكربون بمنطقة العمليات بالوحدة الثالثة

12. مقارنة نتائج البحث

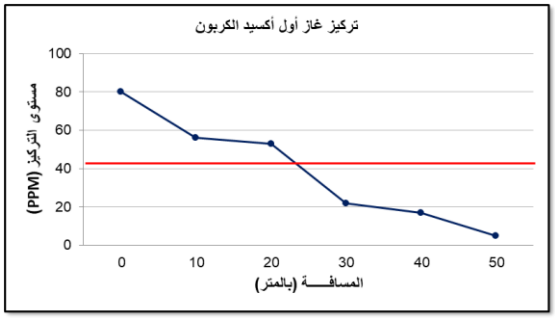
تمثل البيانات والأشكال المبينة أدناه مقارنة نتائج البحث بمنطقة العمليات بين الوحدات الإنتاجية الثلاث محل البحث والدراسة.

1. من خلال متوسط القراءات تم التوصل إلى العلاقة البيانية التي يمثلها الشكل (10) حيث إتضح بأن تركيز غاز أول أكسيد الكربون بمنطقة العمليات بالوحدة الأولى في النقاط (0 متر، 10 متر) خارج الحدود المسموح بها طبقاً للمواصفات القياسية الليبية.



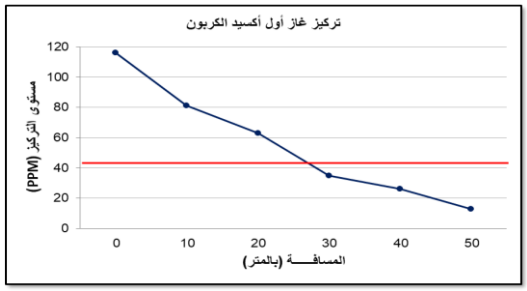
شكل (10) مخطط تركيز غاز أول أكسيد الكربون بمنطقة العمليات بالوحدة الأولى لمتوسط أربع قراءات

2. من خلال متوسط القراءات تم التوصل إلى العلاقة البيانية والتي يمثلها الشكل (11) حيث إتضح بأن تركيز غاز أول أكسيد الكربون بمنطقة العمليات بالوحدة الثانية في النقاط (0 متر، 10 متر، 20 متر) خارج الحدود المسموح بها طبقاً للمواصفات الليبية.



شكل (11) مخطط تركيز غاز أول أكسيد الكربون بمنطقة العمليات بالوحدة الثانية لمتوسط أربع قراءات

3. من خلال متوسط القراءات تم التوصل إلى العلاقة البيانية التي يمثلها الشكل (12) حيث يتضح بأن تركيز غاز أول أكسيد الكربون بمنطقة العمليات بالوحدة الثالثة في النقاط (0 متر، 10 متر، 20 متر) خارج الحدود المسموح بها طبقاً للمواصفات القياسية الليبية.



شكل (12) مخطط تركيز غاز أول أكسيد الكربون بمنطقة العمليات بالوحدة الثالثة لمتوسط أربع قراءات

الاستنتاجات

من خلال تحليل ومناقشة النتائج التي تم الحصول عليها تم التوصل للاستنتاجات التالية:

أ- منطقة العمليات بالوحدة الأولى

1. تركيز غاز أول أكسيد الكربون: النتائج المتحصل عليها لعينات منطقة الدراسة عند النقاط (0 متر، 10 متر) تقع خارج الحدود المسموح بها طبقاً للمواصفات القياسية الليبية، لذلك فهي غير آمنة لتواجد العاملين بها، وما بعدها فهي منطقة آمنة.
2. تركيز الغبار: النتائج المتحصل عليها لعينات منطقة الدراسة تقع ضمن الحدود المسموح بها طبقاً للمواصفات القياسية الليبية، لذلك فهي منطقة آمنة لتواجد العاملين بها.
3. تركيز غاز الميثان وغاز كبريتيد الهيدروجين: النتائج المتحصل عليها لعينات مناطق البحث والدراسة هي قيم صفرية، لذلك فهي مناطق آمنة لتواجد العاملين بها في جميع الوحدات الإنتاجية الثلاث.

ب- منطقة العمليات بالوحدة الثانية

1. تركيز غاز أول أكسيد الكربون: النتائج المتحصل عليها لعينات منطقة الدراسة عند النقاط (0 متر، 10 متر، 25 متر تقريباً) تقع خارج الحدود المسموح بها طبقاً للمواصفات القياسية الليبية، لذلك فهي غير آمنة لتواجد العنصر البشري، وما بعدها فهي منطقة آمنة.
2. تركيز الغبار: النتائج المتحصل عليها لعينات منطقة الدراسة تقع ضمن الحدود المسموح بها طبقاً للمواصفات القياسية الليبية، لذلك فهي منطقة آمنة.

ج- منطقة العمليات بالوحدة الثالثة

1. تركيز غاز أول أكسيد الكربون: النتائج المتحصل عليها لعينات منطقة الدراسة عند النقاط (0 متر، 10 متر، 30 متر تقريباً) تقع خارج الحدود المسموح بها طبقاً للمواصفات القياسية الليبية، لذلك فهي غير آمنة لتواجد العنصر البشري، وما بعدها فهي منطقة آمنة.

2. تركيز الغبار: النتائج المتحصل عليها لعينات منطقة الدراسة تقع ضمن الحدود المسموح بها طبقاً للمواصفات القياسية الليبية، لذلك فهي منطقة آمنة لتواجد العاملين بها.

التوصيات

بناءً على النتائج السابقة التي أسفر عنها البحث تم اقتراح مجموعة من التوصيات التي أن تساهم بشكل ايجابي في التقليل من أثر التلوث الهوائي بمناطق محل البحث والدراسة، والتي تنحصر في الآتي:

1. استخدام الطرق الحديثة والتقنيات المتطورة لمنع انبعاث الملوثات أو الحد منها قدر الإمكان.
2. الحرص على عدم تواجد العنصر البشري في المناطق الخطرة، وذلك عن طريق وضع لوحات استرشادية أو إحاطة المناطق الخطرة بحواجز أو أسلاك تمنع الدخول إليها.
3. التأكيد على ضرورة اتباع إجراءات السلامة والوقاية اللازمة عند الدخول لهذه الأماكن.
4. من خلال إستخلاص نتائج البحث يمكن الاسترشاد بها في دراسات أخرى وبمناطق مشابهة خاصة داخل الشركة الليبية للحديد والصلب حتى يتم الحدً من التلوث الهوائي.

المراجع

1. أحمد السروي، كتاب الملوثات الهوائية، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، القاهرة، 2011.
2. دراسة محمد طرينه – عادل عامر - سالم التريكي – إبراهيم المرابط، مخاطر غاز كبريتيد الهيدروجين في المنشآت النفطية والبيئة المحيطة، مجلة البحوث الأكاديمية، 2021.
3. دراسة نعيم سلمان بارود، تلوث الهواء مصادره وأضراره، مجلة الأزهر، 2006.
4. د. أحمد مدحت إسلام، كتاب التلوث مشكلة العصر، سلسلة كتب ثقافية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 1990.
5. د. حسن أحمد شحاته، كتاب البيئة والتلوث والمواجهة، دراسة تحليلية، كلية العلوم، جامعة الأزهر، 2019.
6. أ. جمال محمد بن ساسي، المنهج الدراسي لمقرر هندسة البيئة الصناعية، قسم الهندسة الصناعية والتصنيع، كلية الهندسة – جامعة مصراتة 2022.
7. زيارة شبكة المعلومات الدولية، بتاريخ 2022/03/09، الساعة 20:00، الرابط: https://gastech.com.
8. زيارة شبكة المعلومات الدولية، بتاريخ 2022/03/09، الساعة 20:30، الرابط: https://www.casellasolutions.com/.